

デッキプレートのたわみを低減する新型Uリブ鋼床版構造の提案

関西大学 正会員 ○西田 尚人 正会員 坂野 昌弘 学生員 楠元 崇志
 横河ブリッジホールディングス 正会員 石井 博典 正会員 池末 和隆

1. はじめに

新設の U リブ鋼床版にとって、デッキ進展き裂は重大な損傷であり、発生させてはならないき裂である。

本研究では、デッキ進展き裂の主原因は、デッキのたわみ変形であると考え¹⁾、面外変形を低減するために U リブ内で直接支持するデッキ支持タイプとデッキの面外剛性を上げて変形を抑えるデッキ補剛タイプの新型 U リブ鋼床版構造を提案し、FEM 解析を用いて、それらの応力集中低減効果について検討した。

2. 新型構造

図-1 にデッキ支持タイプの詳細図を示す。デッキを支持する補強板を U リブウェブの内側にすみ肉溶接で取付け、デッキをメタルタッチで支持する構造である。補強板厚は 9mm、すみ肉溶接長は 80mm に設定した。

図-2 にデッキ補剛タイプの詳細図を示す。デッキ下

面にすみ肉溶接によって補剛リブを取付けてデッキのたわみを低減する構造である。表-1 に解析ケース一覧を示す。補強板の形状等による補強効果の違いを検討するため、ギャップ d 、補強リブの角取り角度 θ 、補強板の R 、補強板高さ h 、補強板厚 t を変化させた 12 モデルを作成した。

3. 解析方法

FEM 解析は汎用ソフト Nastran で実施した。解析モデルはシェル要素でモデル化し、要素サイズは 4 mm 四方とした。材料定数は鋼材の弾性係数を 200GPa、ポアソン比 0.3 とした。荷重はシングルタイヤを模擬しており、U リブ内中央に 50kN (ダブルタイヤ軸重 200kN 相当) を載荷した。境界条件は横リブ下部全体を鉛直方向に拘束した。また 1/4 モデルとしているため、対称部では対称方向の変位と回転を拘束した。

表-1 解析モデル一覧

モデル名	補強方法	デッキ厚 (mm)	補強板とUリブのギャップ (mm)	補強板取付け角度 (°)	補強板R (mm)	補強板高さ (mm)	補強板厚 (mm)																																								
N12	無補強	12																																													
N16	無補強	16																																													
U	デッキ支持	12	8	75	∞	60	9																																								
D(8,75, ∞ ,60,9)	20							30	∞	60	9																																				
D(20,75, ∞ ,60,9)												30	∞	60	9																																
D(20,45, ∞ ,60,9)																30	∞	60	9																												
D(20,30, ∞ ,60,9)																				30	∞	60	9																								
D(20,30, ∞ ,90,60,9)																								30	∞	60	9																				
D(20,30,凹120,60,9)																												30	∞	60	9																
D(20,30,凸120,60,9)																																30	∞	60	9												
D(20,30,凸90,60,9)																																				30	∞	60	9								
D(20,30, ∞ ,30,9)																																								30	∞	60	9				
D(20,30, ∞ ,90,9)																																												30	∞	60	9
D(20,30, ∞ ,60,16)																																															
D(20,30, ∞ ,60,25)		30	∞	60	9																																										

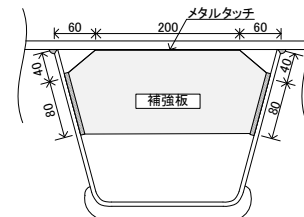


図-1 デッキ支持タイプ

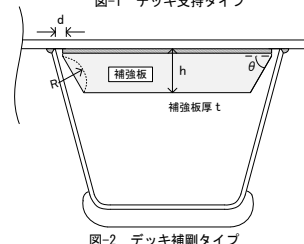


図-2 デッキ補剛タイプ

4. 解析結果

図-3 に無補強 (N12) の鉛直変位分布およびデッキ下面の最大・最小主応力分布を示す。最大変位は載荷位置直下のデッキ中央部で生じている (1.03mm)。最大主応力は載荷位置直下のデッキ中央部で発生している (181MPa)。最小主応力はデッキと U リブ、横リブの交差部近傍で発生している (-325MPa)。

図-4 にデッキ支持タイプ (U モデル) の鉛直変位分

布およびデッキ下面の最大・最小主応力分布を示す。最大鉛直変位は U リブの中心で補強板から橋軸方向に 208mm 離れた位置で生じている (0.24mm)。最大主応力はデッキ下面の載荷位置端部付近で発生している (48MPa)。最小主応力は補強板と横リブの溶接部の補強板側で発生している (-160MPa)。なお、デッキと U リブの溶接部の圧縮応力は 9MPa であった。図-5 にデッキ補剛タイプ (D(8,75, ∞ ,60,9) モデル) の鉛直変位

キーワード： U リブ鋼床版, デッキき裂, 補強板, FEM 解析

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL：06-6368-1121

分布およびデッキ下面の最大・最小主応力分布を示す。最大鉛直変位はUリブの中心で補強板交差部から橋軸方向に184mm離れた位置で生じている(0.36mm)。最大主応力は、デッキと補強板取付け部にそれぞれ135MPa, 239 MPa発生している。最小主応力はデッキとUリブ, 横リブの交差部近傍で発生している(-97MPa)。

5. 各モデルの比較

表-2に各モデルの鉛直変位と最大・最小主応力を示す。デッキ支持タイプでは、デッキとUリブの溶接部の応力は大きく低減でき、補剛板周りの応力はN16の最大応力値と同程度である。

デッキ補剛タイプについては、ギャップ20mm, 補剛板厚16mm, 25mmの2モデルで、デッキとUリブの溶接部の応力がN16モデルと同程度になっている。

6. まとめ

- (1) デッキ支持タイプではデッキとUリブ内の溶接部の応力を大幅に低減することができ、デッキき裂に対する著しい疲労耐久性向上効果が期待できる。ただし、最大たわみ1mm程度のデッキプレートをメタルタッチで支える必要があるため、高い製作精度が要求される。
- (2) デッキ補剛タイプでも、デッキとUリブ溶接部の応力を半分程度に低減することができる。デッキ厚が12mmの場合でもギャップを小さくし、補強板厚を16mmや25mmとすることで、現行のデッキ厚16mm程度の疲労耐久性が得られる可能性がある。

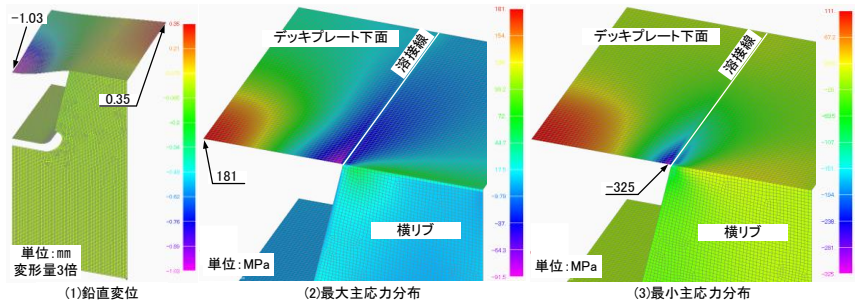


図-3 鉛直変位および最大・最小主応力, N12モデル

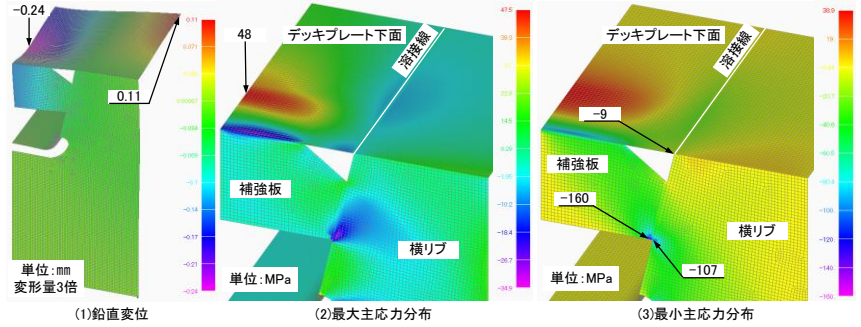


図-4 鉛直変位および最大・最小主応力, Uモデル

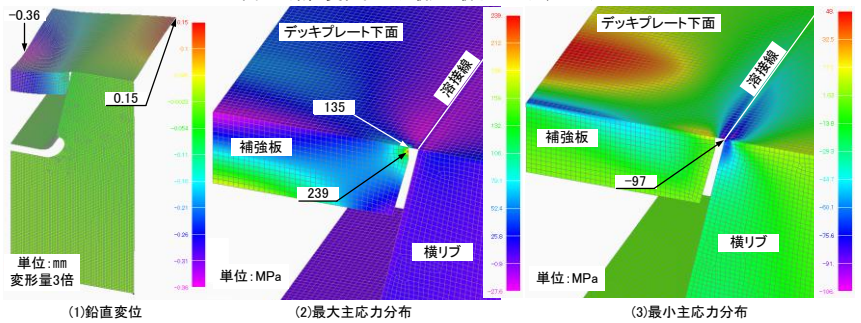


図-5 鉛直変位および最大・最小主応力, D(8, 75, infinity, 60, 9)モデル

表-2 各モデルの鉛直変位と最大・最小主応力

モデル名	鉛直変位 (mm)	デッキとUリブの溶接部	補強板付近のデッキ下面	補強板	
		最小主	最大主	溶接部	母材部
		(MPa)			
N12	-1.03 (100%)	-325 (100%)			
N16	-0.51 (50%)	-169 (52%)			
U	-0.24 (23%)	-9 (3%)	-107*	-160	
デッキ補剛モデル	D(8,75,∞,60,9)	-0.36 (35%)	-97 (30%)	135	239
	D(20,75,∞,60,9)	-0.38 (37%)	-170 (52%)	218	326
	D(20,45,∞,60,9)	-0.39 (38%)	-176 (54%)	195	260
	D(20,30,∞,60,9)	-0.42 (41%)	-190 (58%)	144	189
	D(20,30,凹90,60,9)	-0.52 (50%)	-238 (73%)	22	31
	D(20,30,凹120,60,9)	-0.48 (47%)	-221 (68%)	57	74
	D(20,30,凸120,60,9)	-0.39 (38%)	-176 (54%)	194	266
	D(20,30,凸90,60,9)	-0.39 (38%)	-173 (53%)	205	298
	D(20,30,∞,30,9)	-0.66 (64%)	-245 (75%)	45	73
	D(20,30,∞,90,9)	-0.41 (40%)	-187 (58%)	150	195
D(20,30,∞,60,16)	-0.37 (36%)	-167 (51%)	160	162	
D(20,30,∞,60,25)	-0.34 (33%)	-152 (47%)	170	134	

()内はN12モデルとの比較
*補強板とUリブの接点の値

青色:溶接部の応力がN16モデルより小さい箇所
赤色:補強板付近での最大値

参考文献

1) 坂野昌弘, 西田尚人, 田畑晶子, 杉山裕樹, 奥村学, 夏秋義広: 内面溶接によるUリブ鋼床版の疲労耐久性向上効果, 鋼構造論文集, 第21巻, 第81号, pp.65-77, 2014. 3.